

## PLASMA DISPLAY MEMBER, PLASMA DISPLAY, AND INORGANIC MATERIAL PASTE

**Patent number:** JP2003272530  
**Publication date:** 2003-09-26  
**Inventor:** OKUYAMA KENTARO; TSUKAMOTO JUN  
**Applicant:** TORAY INDUSTRIES  
**Classification:**  
- **international:** H01J11/02; H01J9/02  
- **european:**  
**Application number:** JP20020071656 20020315  
**Priority number(s):** JP20020071656 20020315

### Abstract of JP2003272530

<P>PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma display and a plasma display member capable of working with a low address voltage, a low discharge start voltage, and a low power consumption and provide an inorganic material paste capable of accomplishing them. <P>SOLUTION: The plasma display and the plasma display member include carbon nanotube, and the inorganic material paste includes the carbon nanotube as its raw material. <P>COPYRIGHT: (C)2003,JPO

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-272530

(P2003-272530A)

(43) 公開日 平成15年9月26日 (2003.9.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 1 J 11/02

H 0 1 J 11/02

B 5 C 0 2 7

9/02

9/02

F 5 C 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-71656 (P2002-71656)

(22) 出願日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 奥山 健太郎

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株

式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 塚本 遼

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株

式会社滋賀事業場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイ部材およびプラズマディスプレイならびに無機材料ペースト

(57) 【要約】

【課題】 アドレス電圧ならびに放電開始電圧が低く、低消費電力なプラズマディスプレイおよびプラズマディスプレイ部材、並びにこれを実現する無機材料ペーストを提供することを目的とする。

【解決手段】 カーボンナノチューブを含んだプラズマディスプレイおよびプラズマディスプレイ部材、ならびにその原料となるカーボンナノチューブを含んだ無機材料ペースト。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】前面板と背面板からなる放電空間内に放電ガスを含み、蛍光体層が形成されてなるプラズマディスプレイであって、前面板および/または背面板にカーボンナノチューブを含むことを特徴とするプラズマディスプレイ。

【請求項2】放電空間にカーボンナノチューブが露出していることを特徴とする請求項1に記載のプラズマディスプレイ。

【請求項3】前面板が透明誘電体層を有し、背面板が誘電体層、隔壁層、蛍光体層を有するプラズマディスプレイであって、これらの層から選ばれる少なくとも1層以上にカーボンナノチューブを含むことを特徴とする請求項1に記載のプラズマディスプレイ。

【請求項4】前面板の透明誘電体層、背面板の誘電体層、隔壁層、蛍光体層のうち、少なくとも1層に、カーボンナノチューブを0.01~3重量%含有していることを特徴とする請求項3に記載のプラズマディスプレイ。

【請求項5】無機材料と有機バインダーからなる無機材料ペーストであって、カーボンナノチューブを含むことを特徴とする無機材料ペースト。

【請求項6】カーボンナノチューブが無機材料中に0.01~3重量%含有されていることを特徴とする請求項5に記載の無機材料ペースト。

【請求項7】無機材料の主成分が、蛍光体、隔壁用ガラス、誘電体用ガラス、透明誘電体用ガラスのいずれかであることを特徴とする請求項5に記載の無機材料ペースト。

【請求項8】請求項5~7のいずれかに記載の無機材料ペーストを用いて製造されたことを特徴とするプラズマディスプレイ部材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマディスプレイ（以下、PDPと略す）、プラズマディスプレイ部材ならびにそれらの原料となる無機材料ペーストに関する。

【0002】

【従来の技術】薄型・大型テレビに使用できるディスプレイとして、PDPが注目されている。PDPの構造例の分解斜視図を図1に示す。PDPは複数の放電電極が形成された前面板と蛍光体層が形成された背面板からなる放電空間にXe-N<sub>2</sub>混合ガスなどの放電ガスが封入されており、放電電極に電圧を印加することで放電を生じさせ、放電により発生した紫外線により蛍光体を励起し可視発光させることで表示を行っている。例えば、サステイン電極、スキャン電極が形成された前面板とアドレス電極が形成された背面板からなる3面電極型のPDPでは、アドレス電極とサステイン電極に電圧を印加す

ることで放電を生じさせ表示したいセルを選択し、その後前面板のサステイン電極とスキャン電極に200V程度の高電圧を印加し、選択セルの表示を行っている。

【0003】このようにPDPでは、非常に高い電圧を印加し表示セルの選択や表示を行っているため、消費電力が大きい。また、高耐圧ICドライバーを使用しているため、ドライバーのコストが高くなりやすい。

【0004】PDPの放電特性は、放電ガスの種類、組成、ガス圧、電極間のギャップ、MgO保護膜の2次電子放出特性などに影響される。前述の課題に対しては、例えば、特開平8-255562号公報では、MgO保護膜の成膜中にオゾンを導入し、酸化の効率を上げMgO膜の膜質を向上させることで、放電特性を安定化する技術が開示されている。また、特開平8-287833号公報には、＜111＞に配向させたMgO保護膜を積層することで、MgO保護膜の2次電子放出係数を大きくすることが示されている。

【0005】しかし、これら手段によっても、まだ、放電開始電圧やアドレス電圧の低減は不十分であり、消費電力の低減という点では満足されるものではなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明は、従来の技術における前述した課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、放電開始電圧やアドレス電圧の低減を図ることで、低消費電力なプラズマディスプレイを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、以下の構成を有する。すなわち、前面板と背面板からなる放電空間内に放電ガスを含み、蛍光体層が形成されてなるプラズマディスプレイであって、前面板および/または背面板にカーボンナノチューブを含むことを特徴とするプラズマディスプレイである。

【0008】また、本発明は、前面板が透明誘電体層を有し、背面板が誘電体層、隔壁層、蛍光体層を有するプラズマディスプレイであって、これらの層から選ばれる少なくとも1層以上にカーボンナノチューブを含むことを特徴とするプラズマディスプレイである。

【0009】また、本発明は、無機材料と有機バインダーからなる無機材料ペーストであって、カーボンナノチューブを含むことを特徴とする無機材料ペーストである。

【0010】さらに、本発明のプラズマディスプレイは、上記の無機材料ペーストを用いて作製されるディスプレイ用部材を用いてなることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。まず、本発明のプラズマディスプレイについて説明する。以下に図1を用いて、プラズマディスプレイとして最も一般的なAC型プラズマディス

プレイを例に取りその基本的構造などについて説明するが、必ずしもこの構造には限定されない。なお、AC型とは、電源方式が交流であり、構造的には、直流であるDC型と比較して、誘電体層を有する点などが相違する。図1の通り、プラズマディスプレイは、前面板および/または背面板に形成された蛍光体層13~15(図1の場合、背面板8のみに蛍光体層が形成されている)が内部空間内に面しているように、該前面板1と該背面板8を封着してなる部材において、前記内部空間内に放電ガスが封入されてなるものである。すなわち、前面板1には、表示面側の基板であり表示用放電のための透明電極(サスティン電極4、スキャン電極3)が形成されている。より低抵抗な電極を形成する目的で透明電極の背面側にバス電極5を形成してもよい。但し、バス電極5は材質がAg、Cr/Cu/Cr等で構成されていて、不透明であることが多い。従って、前記透明電極とは異なり、セルの表示の邪魔となるので、表示面の外縁部に設けることが好ましい。AC型プラズマディスプレイの場合、電極および透明誘電体層6の保護膜としてMgO保護膜7が形成される場合が多い。背面板8には、表示させるセルをアドレス選択するための電極(アドレス電極10)が形成されている。セルを仕切るための隔壁層12や蛍光体層13~15は前面板1、背面板8のどちらかまたは両方に形成してもよいが、図1のように背面板8のみに形成される場合が多い。プラズマディスプレイは、前記前面板1と前記背面板8は封着され、両者の間の内部空間には、Xe-Ne、Xe-Ne-He等の放電ガスが封入されているものである。

【0012】本発明のプラズマディスプレイは、前面板と背面板からなる放電空間内に放電ガスを含み、蛍光体層が形成されてなるプラズマディスプレイであって、前面板および/または背面板にカーボンナノチューブ(以下、「CNT」という)を含むことが必要である。ここで、カーボンナノチューブとは、従来のカーボンファイバーと異なり非常に細く、直径がナノメートルオーダーである。さらに、中心に空洞を持ち、外径にある炭素は完全にグラファイト化し、六員環ネットワークの結晶性が高い。前面板および/または背面板にカーボンナノチューブを含むことで、放電開始電圧やアドレス電圧を低減することができる。このような駆動電圧低減のメカニズムは詳細には分かっていないが、次の通り考えている。

【0013】カーボンナノチューブは、その名の通り、非常にアスペクト比が高く(例えば、直径数nmに対して長さ数μm程度)、その性質は金属的~半導体的であるので、カーボンナノチューブの先端部分には電界が集中しやすい。したがって、カーボンナノチューブが無い場合に比べて、局所的に電界強度が高い部分が生じるので、放電が生じる電圧が低くなる。また、「カーボンナノチューブの基礎」(齊藤弥八、板東俊治著、コロナ社

(1998))に示されているように、カーボンナノチューブは電子の放出特性に優れているため、一端生じた放電が安定化しやすい、すなわち放電が生じる電圧を低くすることができる。ここで、放電開始電圧とは、前面板のサスティン電極とスキャン電極間にパルス電圧を印加していき、全画素が放電したときの電圧や、さらに全画素放電時からパルス電圧を減少させていき、1画素以上が放電を停止した電圧をさす。また、アドレス電圧は、アドレス期間と表示期間を分割した“ADS法”における駆動波形にもよるが、表示期間においてサスティン電極とスキャン電極間に一定値のパルス電圧を印加しておき、徐々にアドレス電極に印加する電圧を増加させた場合、全画素の表示が可能となった最小の電圧をいう。

【0014】カーボンナノチューブは、グラファイトの1枚面(グラフェンシート)を巻いた筒状の形状を有しており、筒が1層の単層カーボンナノチューブ(以下、SWCNTという)と、1本のカーボンナノチューブに同心の筒が複数枚ある多層カーボンナノチューブ(MWCNT)がある。本発明において用いられるカーボンナノチューブは特に限定されず、SWCNT、MWCNTの区別なく好ましく用いることができるが、できるだけ、不純物が少ない方が好ましい。サイズは、特に限定されないが、好ましくは、直径0.5nm~50nmの範囲内、長さ0.1μm~50μmの範囲内である。より好ましくは、直径0.5nm~30nmの範囲内、長さ0.5μm~20μmの範囲内である。

【0015】カーボンナノチューブの製造方法は、特に限定はされないが、アーク放電法、レーザー蒸着法、ベンゼンなどの熱分解法などで製造することができる。例えば、アーク放電法では、グラファイトの電極を近接させ、直流または交流でアークを飛ばすことで、容器内壁にカーボンナノチューブを含んだ煤を作製し、この煤を精製することで、カーボンナノチューブを取り出す。

【0016】SWCNTを作成する場合は、鉄属、白金属、希土類、およびこれらの混合系の触媒を用いることができる。例えば、Fe、Ni、Co、Rh、Pd、Y、La、Ceなどである。カーボンナノチューブ以外の不純物、例えば、非晶質カーボンナノ粒子、フラーレン類、触媒金属はできるだけ、少ない方が好ましい。フラーレン類は、トルエン、二硫化炭素、ベンゼン、クロロベンゼンなどの有機溶媒によるソックスレー抽出が可能である。フラーレン類以外の不純物を取り除く精製法は、SWCNTの場合、水熱法、遠心分離法、限外ろ過法、MWCNTの場合、酸化法、遠心分離法などが好ましく利用できる。

【0017】例えば、SWCNTの水熱法では、カーボンナノチューブを含んだ煤を煮沸し、乾燥させた後、上記ソックスレー抽出によりフラーレン類を取り除き、しかる後、大気中において数百℃(例えば、500℃)で

熱処理することでナノチューブ以外を除去できる。必要に応じ、酸やアルカリを用いて触媒金属を取り除くこともできる。

【0018】MWCNTの酸化法は、基本的にはSWCNTの水熱法と同様に燃焼によりナノチューブ以外を燃やしてしまう方法や、酸化剤（例えば、マンガ酸カリウム、過酸化水素（+濃硫酸）など）により酸化させる方法である。

【0019】また、本発明においては、放電空間にカーボンナノチューブが露出していることが好ましい。放電空間にカーボンナノチューブが露出していることで、カーボンナノチューブから放出される2次電子が放電空間に離脱しやすいので、放電電圧が低減しやすくなるためである。

【0020】カーボンナノチューブを露出させる方法としては、カーボンナノチューブを含む層を形成後に、スパッタリング、イオン照射、レーザー照射、紫外線照射などの物理的手法や、酸やアルカリによるエッチングなどの化学的手法を使用することが挙げられる。

【0021】カーボンナノチューブは、前面板の透明誘電体層、背面板の誘電体層、隔壁層、蛍光体層の中から選ばれる少なくとも1層以上に含むことが好ましい。カーボンナノチューブがあると、局所的に電界強度の集中する場所ができるので、カーボンナノチューブを含まない場合に比べて放電電圧が低減できる。そのため、いずれかの1層以上にカーボンナノチューブを含むことで、電界強度が集中する場所を形成できるからである。より好ましくは、透明誘電体層、MgO保護膜、蛍光体層のいずれかまたは全てに含むことがよい。これは、いずれの層も放電空間に近いために電界集中の効果を発現しやすく、および／または放電空間に露出しやすいからである。

【0022】次に、本発明の無機材料ペーストおよびこれを用いて作製されるプラズマディスプレイについて説明する。

【0023】本発明の無機材料ペーストは、無機材料と有機バインダーからなる無機材料ペーストであって、カーボンナノチューブを含むことが必要である。無機材料中にカーボンナノチューブを含むことで、プラズマディスプレイ部材の放電開始電圧やアドレス電圧を低減できる。すなわち、低消費電力なプラズマディスプレイを作製することができる。無機材料とは、図1に示した透明誘電体層、誘電体層、隔壁層、蛍光体層の各層の原料である。有機バインダーは、塗布性、無機材料の分散性、ペーストボットライフ等を考慮し選定されるが、具体的には後述の通りである。

【0024】カーボンナノチューブは、無機材料中に0.01～3重量%含有されていることが好ましい。より好ましくは、0.05～1.0重量%である。さらに好ましくは、0.08～0.5重量%である。0.01

重量%よりもカーボンナノチューブが少ない場合、放電電圧の低減効果が発現されにくくなる。また、3重量%よりも多い場合、カーボンナノチューブの分散性が低下しやすい傾向があり、部分的に放電特性が異なり、ちらつきが生じやすい傾向がある。

【0025】無機材料ペーストの作成方法は、特に限定されないがビーズミル、ローラーミル、3本ロールミルなどの混練方法で行うことができる。

【0026】以下に、図1に示した構造のAC型プラズマディスプレイの製造方法について説明するが、必ずしもこの構造には限定されない。すなわち、前面板には、表示面側の基板であり表示用放電のための電極（サステイン電極、スキャン電極）が形成されており、AC型プラズマディスプレイの場合、電極の透明誘電体層およびその保護膜としてMgO薄膜が形成される場合が多い。背面板には、表示させるセルをアドレス選択するための電極（アドレス電極）が形成されている。セルを仕切るための隔壁層や蛍光体層は前面板、背面板のどちらかまたは両方に形成してもよいが、背面板のみに形成される場合が多い。

【0027】（部材作製工程）以下に、前面板の透明誘電体層、MgO保護膜層、背面板の誘電体層、隔壁層、蛍光体層にカーボンナノチューブを含んだ場合について説明するが、これらのいずれか一つ以上にカーボンナノチューブを含むことが好ましい。

【0028】まず、部材作製工程に関し、前面板の作製方法について述べる。

【0029】前面板に用いるガラス基板については、特に限定しないが、一般的にはソーダライムガラスやソーダライムガラスをアニール処理したガラス、または、高歪み点ガラス（例えば、旭硝子社製の“PD-200”）、日本電気硝子社製の“PP8”などを用いることができる。ガラス基板のサイズは特に限定はなく、厚みは1～5mmのものを用いることができる。

【0030】まず、ガラス基板上に、放電のための複数の電極を形成する。電極形成法としては、例えば、酸化錫、ITOなどの透明電極をリフトオフ法、フォトリソグラフィー法などによって、銀やアルミ、銅、金、ニッケル等をスクリーン印刷や感光性導電ペーストを用いたフォトリソグラフィー法によってパターン形成してもよい。また、より低抵抗な電極を形成する目的で透明電極の上にバス電極を形成してもよい。

【0031】次に、放電のための複数の電極を形成したガラス基板上に、透明誘電体層をスクリーン印刷やスリットダイなどにより形成するが、この場合、本発明のカーボンナノチューブを含んだ透明誘電体層ペーストを用いることができる。また、ペーストを直接塗布するのではなく、あらかじめカーボンナノチューブを含んだ透明誘電体ペーストをシート状に成形したものをを用いることもできる。透明誘電体材料は特に限定されないが、使用

する電極材料などにより、 $PbO$ 、 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ などを含有するガラス等や $ZnO$ 系ガラスが適用される。透明誘電体材料は、ITOなどの透明電極との反応抑制やバス電極に銀を用いた場合の着色抑制を目的とした高軟化点ガラス（サスティン電極、スキャン電極側）と、透過率向上を目的とした低軟化点ガラス（ $MgO$ 保護膜層側）を積層した材料でもよい。透明誘電体層中には気泡やクラックがあると絶縁破壊を生じたり、絶縁破壊に至らなくとも部分放電が生じ放電電流が不安定になるので、できるだけ少ない方がよい。透明誘電体層全体にカーボンナノチューブを含んでもよいが、カーボンナノチューブを含まない透明誘電体層を形成しておき、更に放電空間に近接する面にカーボンナノチューブを含んだ透明誘電体層を形成するのが、コスト面で優れている。例えば、透明誘電体層を $30\mu m$ 程度形成する場合、放電のための複数の電極を形成した側に $20\mu m$ 程度の従来のカーボンナノチューブを含まない透明誘電体層を形成し、さらにカーボンナノチューブを含んだ透明誘電体層を形成する。放電電圧の低減効果としては、できるだけ放電空間に近い側にカーボンナノチューブを含むことが有効である。これは、放電空間に近いため、放電空間に露出したカーボンナノチューブが多くなるためであると考えられる。透明誘電体材料においては、カーボンナノチューブの有無により、材料の組成やガラス軟化点、熱膨張係数を適宜調節することもできる。

【0032】透明誘電体層用ペーストの有機バインダーには、塗布方法や塗布厚みなどにより適宜調整できるが、後述するセルロース系樹脂やアクリル系樹脂が使用できる。有機バインダー中の溶媒は使用する樹脂成分を十分溶解出来るものであれば特に限定されないが、例えば、テルピネオールなどを用いることができる。さらに、必要に応じ、分散剤、可塑剤、消泡剤、助燃剤、チキソ剤などを含むことも出来る。樹脂成分と溶媒の比率や無機材料と有機バインダーの比率は、限定されず、塗布方法や塗布厚みなどにより任意に設定できる。焼成温度も特に限定されないが、ガラス基板、有機バインダーの分解温度、ガラス材料の軟化点から適宜調整できるが、一般的には $500\sim 650^\circ C$ 程度が使用される。

【0033】放電電圧の低減という観点から、カーボンナノチューブの長軸が透明誘電体層の面内から立ち上がっている方がよい。好ましくは、できるだけ $90^\circ$ 度近くまで立ち上げている割合が高い方がよい。

【0034】カーボンナノチューブを分散させるには、あらかじめテトラヒドロフラン（THF）、クロロホルム、クロロベンゼン、ジメチルホルムアミド（DMF）などの溶媒に入れ超音波照射などで分散させたものを用いることもできる。

【0035】また、カーボンナノチューブを面内から立ち上がった方向に配向させるには、カーボンナノチューブを含んだペーストを塗布後、電界や磁界を塗膜と垂直

方向に印加しながら溶媒が揮発する温度で乾燥させればよい。電界や磁界の大きさ、印加時間などは、ペースト粘度、カーボンナノチューブの種類、濃度などにより適宜調節することができる。

【0036】放電のための複数の電極、透明誘電体層を形成したガラス基板上に、放電によるイオン衝撃からの保護を目的として $MgO$ 膜を形成することも好ましい。形成手法は、電子ビーム蒸着法、プラズマ蒸着法、イオンビームアシスト蒸着法、 $Mg$ ターゲットの反応性スパッタ法、イオンビームスパッタ法、CVD法などが適用できる。本発明は放電電圧の低減に関するもので、 $MgO$ 保護膜中にもカーボンナノチューブを含んでもよい。具体的には、通常 $MgO$ 保護膜は数百nm以上形成されるが、一度、所定の膜厚まで $MgO$ 保護膜を形成し、カーボンナノチューブを溶媒中に分散させたスラリーを塗布（例えば、スプレー噴霧）し、更に、 $MgO$ 保護膜を形成する。最後に形成する $MgO$ 保護膜は、放電電圧の低減という観点から、あらかじめ塗布したカーボンナノチューブが完全に覆われない程度の膜厚で形成するのがよい。

【0037】次に背面板の作製方法について述べる。背面板に用いるガラス基板は、前面板の説明において述べたものと同様のものを用いることができる。

【0038】ガラス基板上に、スクリーン印刷や感光性導電ペーストを用いたフォトリソグラフィー法によって、銀やアルミ、銅、金、ニッケル、酸化錫、ITO等を含むアドレス電極層をパターン形成する。さらに、放電の安定化のためにアドレス電極層の上に誘電体層を設けても良い。誘電体層を設ける場合、誘電体材料の誘電率や誘電体層の厚みは、プラズマディスプレイの駆動波形により適宜設定できるが、気泡やクラックなどがないことがよい。気泡やクラックがあると絶縁性が低下し、絶縁破壊に至らずとも部分放電（ボイド放電）が生じ、異常な電流が流れたり、メモリーのための蓄積電荷が過剰になったり、不足したりしやすくなるからである。カーボンナノチューブを含んだ誘電体層の形成方法は特に限定されないが、スクリーン印刷法やあらかじめ作製しておいたシートを配置する方法などが用いられる。誘電体層は、カーボンナノチューブを含んだ誘電体層と含まない誘電体層の2層以上の多層構成でもよいが、放電空間に近い側にカーボンナノチューブを含んだ誘電体層を形成してあることが好ましい。

【0039】誘電体層用材料は特に限定されるものではないが、ガラス転移点 $400\sim 550^\circ C$ 、軟化点 $450\sim 600^\circ C$ である低融点ガラスを無機成分の $50\sim 95$ 重量%と、フィラーを無機成分の $5\sim 50$ 重量%含有することが好ましい。誘電体層を形成する低融点ガラスのガラス転移点を $500^\circ C$ 以下、軟化点を $600^\circ C$ 以下とすることで、高温焼成を必要とせず、焼成の際にガラス基板に歪みを生じない。また、ガラス転移点を $400^\circ C$

以上、軟化点を450℃以上とすることで、後工程の蛍光体層の形成や封着の際に誘電体層に歪みを生じることがなく、膜厚精度を保つこともできる。

【0040】誘電体ペーストに配合される無機粉末中の低融点ガラスは、酸化物換算表記で、

酸化ビスマス	10～85重量%
酸化珪素	3～50重量%
酸化ホウ素	5～40重量%
酸化亜鉛	4～40重量%

からなる組成を有するものが好ましい。この組成範囲であると520～580℃でガラス基板上に焼き付けることができる誘電体ペーストが得られる。

【0041】さらに、蛍光体の発光を有効に利用することを目的として、誘電体層をできるだけ白色化する方法がよい場合には、酸化チタンや酸化アルミニウムなどのフィラーを添加することもできる。白色フィラーの添加量は、白色度、焼結性、表面粗さなどにより適宜調整できるが、ガラス材料中に0.5～30wt%程度である。また、電荷の蓄積性を調整することを目的として、金、クロム、ニッケル、ITO、ZnOなどの導電性のあるフリットを添加することもできる。導電性フィラーの添加量は駆動波形や誘電体層の厚みや誘電率により適宜調整できるが、ガラス材料中に0.01～10重量%程度である。

【0042】誘電体層用ペーストの有機バインダーは、特に限定されないが、後述するセルロース系樹脂やアクリル樹脂などが使用できる。有機バインダー中の溶媒は使用する樹脂成分を十分溶解できるものであれば特に限定されない。樹脂成分と溶媒の比率も限定されず、塗布方法や塗布厚みなどにより任意に設定できる。樹脂成分と溶媒の比率や無機材料と有機バインダーの比率は、限定されず、塗布方法や塗布厚みなどにより任意に設定できる。

【0043】アドレス電極層を形成したガラス基板上に、セルを仕切るための隔壁層をサンドブラスト法、型転写法、フォトリソグラフィ法等によって形成する。本発明に使用する隔壁層の材料や形状としては特に限定されないが、カーボンナノチューブを含むことが好ましい。隔壁層材料のガラスは特に限定されず、焼成温度、塗布方法、パネル設計などにより選択できる。有機バインダーは、特に限定されないが、後述するセルロース系樹脂やアクリル樹脂などが使用できる。フォトリソグラフィ法で形成する場合、感光性ペースト中においてカーボンナノチューブを均一に分散させることが重要である。隔壁層ペーストの感光性有機成分は、感光性モノマと感光性または非感光性オリゴマもしくはポリマを主成分とし、光重合開始剤を含有するものである。感光性モノマとしては、活性な炭素-炭素二重結合を有する化合物が好ましく、官能基として、ビニル基、アリル基、アクリレート基、メタクリレート基、アクリルアミド基を

有する単官能および多官能化合物が応用される。特に多官能アクリレート化合物および／または多官能メタクリレート化合物を有機成分中に10～80重量%含有させたものが好ましい。多官能アクリレート化合物および／または多官能メタクリレート化合物には多様な種類の化合物が開発されているので、それらから反応性、屈折率などを考慮して選択することが可能である。

【0044】隔壁層形成用感光性ペーストの無機粉末の組成としては、これに限定されるものでないが、下記組成のガラス粉末から構成されていることが好ましい。すなわち、酸化物換算表記で、

酸化リチウム	3～15重量%
酸化珪素	10～30重量%
酸化ホウ素	20～40重量%
酸化バリウム	2～15重量%
酸化アルミニウム	10～25重量%

の組成を有するものである。

【0045】隔壁層パターンの形状保持性及び精度の向上、隔壁層形成時の焼成収縮率を低下させるためにフィラーを無機粉末に対し10～50重量%添加することが好ましい。ガラス粉末とフィラーからなる無機粉末中で、フィラーを10重量%以上添加することにより、焼成収縮率を低くしたり、熱膨張係数を制御することができ、隔壁層の形状保持性及び精度が向上する。さらに、フィラーの添加は、得られた隔壁層の強度を維持する上で好ましい。一方、フィラーの含有量を50重量%以下とすることで、焼成後の隔壁層の緻密性を維持し、隔壁層の強度を保ち、剥がれたり脱落するなどの欠陥を防ぐことができる。また、隔壁層中への微量水分の吸着や有機成分の残留を防ぎ、従って放電特性の低下を防ぐことができる。フィラーは、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、コーディエライト、ムライト、スピネルおよび高融点ガラスの群から選ばれたすくなくとも一種を好ましく用いることができる。

【0046】隔壁層のパターニングは、焼成による収縮を考慮して行うとよいが、焼成後の隔壁層のサイズとしてはピッチ100～250μm、高さ60～220μm、幅15～60μmを有するものが好ましく、主としてストライプ状に形成されるが、格子状を有する場合もある。

【0047】さらに、電極層および隔壁層を形成したガラス基板上に、蛍光体ペーストを用いて所定のセル位置に蛍光体層を形成する工程について説明する。

【0048】蛍光体層は、カーボンナノチューブを含んだ蛍光体ペーストを、スクリーン印刷法、ノズル法、インクジェット法だけでなく、さらに感光成分を添加したペーストを用いた感光性ペースト法によって塗布することができる。これらの手法では、大面積に均一に蛍光体層を形成しやすいからである。蛍光体ペーストそのものを塗布して形成する以外にも、蛍光体ペーストを一度シ

ート状にしたものを用いても構わない。

【0049】蛍光体層は、放電空間に面して形成される場合が多い。したがって、このような場合はカーボンナノチューブが放電空間に露出しやすいので、放電電圧、特にアドレス電圧を低減することができる。アドレス電圧が低減できると、消費電力が低減できるだけでなく、ドライバICの駆動電圧も低くできるので、より廉価な低電圧ICを使用することが出来るので、低コストなプラズマディスプレイを作製することができる。

【0050】蛍光体は特に限定されないが、例えば青色蛍光体では、 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$  : Sb,  $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$  : Eu,  $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$  : Eu,  $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 \cdot n\text{B}_2\text{O}_3$  : Eu,  $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$  : Eu,  $\text{Sr}_2\text{PO}_7$  : Sn,  $\text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7$  : Ti,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  : Ti,  $(\text{Ca}, \text{Zn})_3(\text{PO}_4)_2$  : Ti,  $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7$  : Eu,  $\text{SrMgP}_2\text{O}_7$  : Eu,  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$  : Eu,  $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_7$  : Pb,  $(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Zn})_3\text{Si}_2\text{O}_7$  : Pb,  $\text{BaSi}_2\text{O}_5$  : Pb,  $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$  : Eu,  $\text{Y}_2\text{SiO}_5$  : Ce,  $\text{CaWO}_4$  : Pb,  $\text{MMgAl}_{14}\text{O}_{23}$ ,  $\text{MMgAl}_{10}\text{O}_{17}$ ,  $\text{MMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ ,  $\text{MMg}_2\text{Al}_{14}\text{O}_{24}$ ,  $\text{M}_2\text{Mg}_2\text{Al}_{12}\text{O}_{22}$ ,  $\text{M}_3\text{Mg}_4\text{Al}_{18}\text{O}_{16}$ ,  $\text{M}_3\text{Mg}_5\text{Al}_{18}\text{O}_{25}$  などが挙げられる。元素MはBa, SrおよびCaの少なくとも1種を含むことが好ましい。赤色蛍光体では、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  : Eu,  $\text{YVO}_4$  : Eu,  $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3$  : Eu,  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}$  : Eu,  $\gamma\text{-Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  : Mnがある。緑色では、 $\text{Zn}_2\text{GeO}_4$  : Mn,  $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$  : Mn,  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  : Mn,  $\text{LaPO}_4$  : Tb,  $\text{ZnS}$  : Cu, Al,  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  : Mn, As,  $(\text{ZnCd})\text{S}$  : Cu, Al,  $\text{ZnO}$  : Znである。輝度、色純度などの画質性能、および長時間点灯による輝度劣化抑制という観点からは、青色は2価のユーロピウムを賦活したアルミン酸塩蛍光体（例えば、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}$  : Eu）、緑色 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  : Mn,  $\text{YBO}_3$  : Tb、赤色 $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3$  : Euが好ましく用いることができる。蛍光体ペースト中には、発光強度、色度等の調整のために2価のユーロピウムを賦活したアルミン酸塩蛍光体以外の蛍光体や他の無機材料を含んでいてもよいが、2価のユーロピウムを賦活したアルミン酸塩蛍光体の含有量は70重量%以上が好ましい。より好ましくは85重量%以上である。さらに好ましくは95重量%以上である。蛍光体以外には、カーボンブラック、チタンブラックなどの顔料や、水ガラス、低融点ガラスなどの結着材も含んでもよい。また、パネル点灯時や焼成による輝度劣化抑制、ペースト中での分散性向上を目的とした被覆層を設けてもよい。被覆材料は蛍光体材料やプロセス条件にもよるが、輝度劣化とペーストでの分散性向上の両面からは、リン酸塩や $\text{MgF}_2$ や $\text{CaF}_2$ などのフッ化物を被覆する

のが好ましい。

【0051】蛍光体ペーストの樹脂成分は、蛍光体粉末の発光強度の劣化の少ない通常400~550℃程度の比較的低温で焼成される熱可塑性樹脂が好ましく、このような低温で焼成できる樹脂成分として、メチルセルロース、エチルセルロース、プロピルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、ヒドロキシルエチルセルロース、ヒドロキシルプロピルセルロース、ヒドロキシルエチルプロピルセルロース等のセルロース系樹脂ならびポリメチルメタクリレート、ポリイソプロピルメタクリレート、ポリイソブチルメタクリレートや必要に応じてこれらの塗布性や熱分解性を改善するために、これらにメチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、プロピル(メタ)アクリレート、ブチル(メタ)アクリレート、ヘキシル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、ベンジル(メタ)アクリレート、ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート、ヒドロキシルエチル(メタ)アクリレート、ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、ヒドロキシルブチル(メタ)アクリレート、フェノキシ-2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、グリシジル(メタ)アクリレート等のアクリル系モノマーを共重合させたアクリル系樹脂等を用いることができる。これらの樹脂は、蛍光体ペースト以外の透明誘電体ペースト、誘電体ペースト、隔壁層ペーストの樹脂としても使用できる。

【0052】蛍光体粉末と樹脂成分の含有量は、乾燥状態の蛍光体ペーストに対して、蛍光体粉末が70~95重量%と樹脂成分5~30重量%であることが好ましい。より好ましくは蛍光体粉末が80~90重量%、樹脂成分が10~20重量%である。ここで、樹脂成分とは樹脂を溶媒に溶解させる前の固形分を指す。

【0053】樹脂成分が少なすぎる場合には、ペースト中の蛍光体粉末の分散安定性、ペーストの粘度や流動性、塗布膜の膜厚保持性などを得ることができなくなる傾向にある。また、樹脂成分が多すぎると、焼成による樹脂成分の除去が不完全になり残渣として残り発光強度が低下する傾向にあり、また焼成で有機成分を除去するのに時間を要し、蛍光体粉末自体の焼成劣化が増大する傾向にある。

【0054】蛍光体ペーストの溶媒は、樹脂成分と分離しない有機溶媒であればよく、アルコール類、エーテル類、エステル類などおよびその混合系が好ましい。特に、バインダー樹脂をよく溶解すると共に、蛍光体粉末を十分に分散させ、塗布性が優れていることからテルビネール(タービネオール)を用いることが好ましい。また、蛍光体ペーストの粘度調整をするため、テルビネールに芳香族系アルコール、例えばベンジアルアルコールを混合することが好ましい。樹脂成分と溶媒の比率はペーストの粘度、蛍光体ペーストの塗布性などの観点から



適宜調節することができる。

【0055】本発明の蛍光体ペーストは、さらに必要に応じて、アニオン性や非イオン性界面活性剤等の有機化合物分散剤や、高級脂肪族系アルコール、可塑剤（例えば、ジブチルフタレート、ジオクチルフタレート、ポリエチレングリコール、グリセル等）等を含ってもよい。また、ペーストの糸引きや蛍光体層塗布形状の観点から、必要に応じてキソトロピー性付与剤を添加してもよい。例えば、シリカ微粒子（例えば、日本アエロジル製“380”、“R974”）である。

【0056】本発明の蛍光体ペーストは、特に限定されるものではないが攪拌機を用いてバインダー樹脂を溶媒中に加熱溶解して作製したバインダー溶液に対し、蛍光体粉末を例えば3本ロール、ボールミル、ビーズミル等の分散機を用いて混練することで製造することができる。例えば、あらかじめ所定量に調整しておいた有機バインダーと蛍光体を混合するだけでなく、所定量より溶媒または樹脂成分を少な目にした有機バインダーと蛍光体を混合し、しかる後残りの溶媒または樹脂成分を追加・混合したりすることができる。なかでも、所定量よりも樹脂成分を少な目にし有機バインダーと蛍光体を混合し、あらかじめスラリーを作製しておき、所定量になるように最後に残りの樹脂成分と溶媒を追加・混合することが好ましい。

【0057】最後に、蛍光体ペーストに用いた有機バインダーである樹脂が十分脱バインダーする温度で焼成する。樹脂にエチルセルロースを用いた場合、480～550℃程度である。青色蛍光体として、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ を用いた場合は、焼成による輝度劣化が生じやすいので、500℃以下程度が好ましい。

【0058】このようにして、背面板を作製することができる。

【0059】（封着工程）前面板と背面板を封着用のガラスフリットを用いて封着する工程（封着工程）について述べる。

【0060】本発明に使用する封着用のガラスフリット材料は特に限定されないが、例えば、 $\text{PbO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 等を含有する低融点ガラスとセラミックスフィラーからなる複合系フリットや、 $\text{PbO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 等からなる結晶性フリットを好ましく用いることができる。各組成については、使用するガラス基板の熱膨張係数や封着後の工程での最高処理温度などによって適宜選択することができる。

【0061】前面板と背面板の間の所定の位置に封着用ペーストを塗布する方法としては、封着用ガラスフリットをペースト化し、背面板と前面板のどちらか一方、または双方に塗布することができる。封着用ペーストに用いるポリマーおよび溶媒は特に限定されない。例えば、ポリマーとしてはポリメチルメタクリレート（PMM A）などのアクリル系樹脂、溶媒として $\alpha$ -ターヒネオ

ール等である。塗布方法としては、例えば、スクリーン印刷法、ディスペンサー法などを用いることができる。

【0062】次に、塗布した封着ペースト中の樹脂や溶媒などを除去する目的で、封着ペーストを塗布した部材を焼成する。焼成温度、保持時間は使用する樹脂や溶媒により適宜選択できるが、樹脂が脱バインダーする温度で一定時間保持し、その後封着用ペーストが流動性を示さない範囲でさらに温度を上げるのがよい。

【0063】さらに、封着ペーストが塗布・焼成された部材とそれと対になる部材を貼り合わせ、ガラスフリットの軟化点以上の温度で一定時間保持することで前面板と背面板を封着する。封着温度や保持時間は、ガラスフリットの材料により適宜設定することができる。塗布した封着フリットペーストの脱バインダーと前面板と背面板の封着をそれぞれ行う場合について記したが、封着フリットの脱バインダー後、室温まで冷却せずにあらかじめ前面板と背面板を所定の位置に配しておき、ガラスフリットの軟化点以上まで加熱・保持することで封着を行い、後述する真空排気工程を行ってもよい。

【0064】（真空排気・放電ガス封入工程）封着した前面板と背面板内部を真空排気し、放電ガスを封入する工程について説明する。封着した前面板と背面板内部を真空排気し、 $10^{-2}\text{Pa}$ 程度まで到達したら、封着された前面板と背面板の加熱を始める。加熱温度は、封着フリットが流動性を示さない範囲であれば特に限定されず、前面板上に $\text{MgO}$ 膜を形成した場合は通常200～380℃程度がよい。また、保持時間も特に限定されず、大型のプラズマディスプレイになれば保持時間は長くなるが、42インチ程度のプラズマディスプレイでも10時間以下程度である。

【0065】排気しながら所定の加熱を行った後、排気を続けながら室温付近まで封着した前面板と背面板を冷却し、しかる後、放電ガスを67kPa程度まで導入し、封止を行う。放電ガスは特に限定されず、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンからなる混合ガスが使用できる。

【0066】最後に、駆動回路を実装してプラズマディスプレイを完成する。

【0067】

【実施例】以下に、本発明を実施例を用いて、具体的に説明する。但し、本発明はこれに限定されない。記載したパーセント表示は断りのない限り重量%とした。

【0068】（測定方法）

（1）放電開始電圧

前面板のサスティン電極とスキャン電極のみに、パルス幅3 $\mu\text{sec}$ 、周波数30kHzのパルス波を印加していき、全画素が点灯した時の電圧を放電開始電圧とした。

（2）アドレス電圧

図2に示すようなアドレス・表示期間分割サブフィールド

ド(ADS)法において、前面板のサスティン電極とスキャン電極に180V(=V<sub>sx</sub>=V<sub>sy</sub>)のパルス波を印加しておき、背面板のアドレス電極に徐々にパルス幅1.5μsecのパルス波を印加していき、全画素がアドレスできた電圧をアドレス電圧(V<sub>a</sub>)とした。これら以外のリセット期間、アドレス期間の電圧は、図2に示す通りとした。

【0069】(実施例1)プラズマディスプレイを以下の手順にて作製した。旭硝子社製“PD-200”ガラス基板上に、感光性銀ペーストを用いたフォトリソグラフィ法によりアドレス電極パターンを形成した後焼成した。アドレス電極が形成されたガラス基板の上に誘電体層をスクリーン印刷法により20μmの厚みで形成した。誘電体ペーストの組成は次のものを用いた。ガラス粉末A80重量部、フィラー(酸化ケイ素:日本アエロジル社のアエロジル200)1重量部、酸化チタン7重量部、エチルセルロース樹脂20重量部、分散剤(ノブコスパース092(サンノブコ製)0.3重量部、レベリング剤1重量部。ガラス粉末Aの組成は、酸化ビスマス38%、酸化ケイ素6%、酸化ホウ素20%、酸化亜鉛20%、酸化アルミニウム4%。特性は、ガラス転移点475℃、軟化点515℃、熱膨張係数75×10<sup>-7</sup>/℃、密度4.61g/cm<sup>3</sup>である。

【0070】ペーストは、これらの成分からなる混合物を3本ローラー混練機で混練して作製した。しかる後、感光性隔壁層ペーストを用いたフォトリソグラフィ法により隔壁パターンを形成した。隔壁ペーストの組成は次のものを用いた。ガラス粉末B60重量部、バインダー(メタクリル酸メチルとメタクリル酸の共重合体(平均分子量25000、酸価102)10重量部、感光性モノマー(テトラプロピレングリコールジアクリレート)10重量部、光重合開始剤(チバガイギー社製、イルガキュア369)、γ-ブチロラクトン17重量部。

【0071】ガラス粉末Bは、ガラス転移点495℃、軟化点530℃、熱膨張係数75×10<sup>-7</sup>/℃、密度2.54g/cm<sup>3</sup>なるものを用いた。

【0072】ペーストは、これらの成分からなる混合物を3本ローラー混練機で混練して作製した。

【0073】感光性ペースト塗布膜は乾燥した後、ストライプ状パターンのフォトマスクを介して、50mJ/cm<sup>2</sup>の露光量を与えた後、0.2%のモノエタノールアミン水溶液で現像し隔壁パターンを形成した。その後、焼成温度570℃で15分間焼成して、良好な形状の隔壁層を得た。

【0074】次に蛍光体層をディスペンサー法にて厚さ20μmに形成した。蛍光体ペーストは次のものを用いた。最終的に蛍光体粉末+カーボンナノチューブ83重量部、バインダー樹脂(固形分)としてエチルセルロース17重量部となるようにし、溶媒としてテルビネオ-

ル10重量部とベンジルアルコール70重量部で溶解後、カーボンナノチューブを添加し3本ローラーで分散・混練し蛍光体ペーストを作製した。無機材料中(蛍光体粉末)のカーボンナノチューブ(MWCNT)は0.3重量%とした。MWCNTの平均直径は約20nm、平均長さ2μmのものを用いた。蛍光体粉末は、赤色(Y,Gd)BO<sub>3</sub>:Eu、緑色Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn、青色Ba<sub>0.9</sub>MgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sub>0.1</sub>の組成のものを用いた。蛍光体層の焼成は大気中において500℃で30分保持することで行った。昇温速度および降温速度は10℃/分とした。

【0075】同様に“PD-200”ガラス基板に、フォトリソグラフィ法によりITO電極を形成した後、感光性銀ペーストを用いたフォトリソグラフィ法によりバス電極パターンを形成した。しかる後、透明誘電体層をスクリーン印刷法により30μmの厚み(焼成後)で形成した。透明誘電体層は、無機材料中のカーボンナノチューブ(MWCNT)を0.4重量%とし、ペースト粘度が5000mPa・sとなるようにポリマーのエチルセルロースと溶媒のタービネオールを調整した。さらに1000nm厚のMgO膜を電子ビーム蒸着法により形成した。7000nmの厚みまで形成した後、一度真空装置から取り出し、THF(テトラヒドロフラン)にカーボンナノチューブを添加したスラリーをスプレー噴霧し、100℃で乾燥させた後、再度真空装置に入れて残りの3000nmを成膜した。このようにして、前面板を得た。

【0076】次に、封着用ペーストをディスペンサー法を用いて背面板の蛍光体層を形成した側の外周部に塗布した。ガラスフリットはPbO、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびセラミックスフィラーからなる複合系であり、軟化点は410℃である。溶媒はα-タービネオール、ポリマーにはPMMAを用いた。封着フリットを塗布した部材を380℃で15分間保持した後、430℃で15分間保持することで、封着ペーストの脱バインダーを行った。

【0077】蛍光体層を形成した背面板のアドレス電極と放電のための複数の電極を形成した前面板のバス電極が垂直するようにこれら部材を配置して、インコネル製耐熱クリップを用いて対称に外力を加えた。封着は450℃で15分間行った。昇温および降温速度は5℃/分で行った。これら部材を封着する時に一緒に、背面板側の裏面にガラス配管を設けた。

【0078】ガラス配管を通して、封着した該部材の内部の真空排気を行った。この封着した該部材内部の真空度が1×10<sup>-3</sup>Pa以下に達した後に、このまま排気を行いながら温度を450℃まで加熱し1×10<sup>-1</sup>Pa以下まで排気を行い、引き続き排気を行いながら加熱ヒータを止め、室温まで冷却した後、放電ガスであるXe5%-Neガスを66.5kPaまで封入した。ガラス配管を電熱ヒーターを用いて溶断し、最後に、駆動回路を

実装して、表示画素数  $852 \times 480$  セルの  $4.2$  インチプラズマディスプレイを作製した。

【0079】同様に作製したパネルを切断し、 $MgO$ 保護膜および蛍光体層の断面を高分解能透過電子顕微鏡で観察した。 $MgO$ 保護膜表面および蛍光体層の表面（放電空間側）にカーボンナノチューブが露出していた。なお、いずれの層もエポキシ樹脂で包埋したのち、厚み方向に切断し断面を研磨したものを観察した。

【0080】（実施例2）ガラス基板サイズを5インチとし、透明誘電体層ペーストを塗布後、塗布面に対して垂直な方向に5Tの磁場を印加しながら、 $100^\circ C$ で乾燥した以外は実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0081】（実施例3）蛍光体ペーストにカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0082】（実施例4）透明誘電体層および蛍光体層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0083】（実施例5） $MgO$ 保護膜および蛍光体層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0084】（実施例6）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを0.03重量%とし、 $MgO$ 保護膜層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0085】（実施例7）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを1.0重量%とし、 $MgO$ 保護膜層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0086】（実施例8）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを0.4重量%に、蛍光体層中のカーボンナノチューブを1.0重量%とし、 $MgO$ 保護膜層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0087】（実施例9）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを0.4重量%とし、蛍光体層中のカーボンナノチューブを0.02重量%とし、 $MgO$ 保護膜層にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0088】（実施例10）透明誘電体層中にカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0089】（実施例11）透明誘電体層および $MgO$ 保護膜中にカーボンナノチューブを添加せず、隔壁層中にカーボンナノチューブを0.05重量%添加した以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製し

た。尚、隔壁ペースト中に添加したカーボンナノチューブは、実施例1で蛍光体ペーストに用いたものと同じものを使用した。カーボンナノチューブは、感光性隔壁ペーストの有機成分にガラス粉末を添加する前に有機成分の中に入れ、30分間超音波印加した。

【0090】（実施例12）透明誘電体層中および $MgO$ 保護膜中にカーボンナノチューブを添加せず、隔壁層中および誘電体層中にそれぞれカーボンナノチューブを0.05重量%添加した以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。隔壁ペーストは、実施例11と同じものを用いた。誘電体ペースト中に添加したカーボンナノチューブは、実施例1で蛍光体ペーストに用いたものと同じものを使用した。

【0091】（実施例13）透明誘電体層中、 $MgO$ 保護膜中および蛍光体層中にカーボンナノチューブを添加せず、誘電体層中にカーボンナノチューブを0.05重量%添加した以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0092】（実施例14）透明誘電体層中、 $MgO$ 保護膜中および蛍光体層中にカーボンナノチューブを添加せず、隔壁層中にカーボンナノチューブを0.05重量%添加した以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0093】（実施例15）使用するカーボンナノチューブをSWCNTにした以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。SWCNTは、平均直径1.5nm、平均長さ100nmのものを用いた。

【0094】（実施例16）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを2.0重量%とした以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0095】（実施例17）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを3.0重量%とした以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0096】（実施例18）透明誘電体層中のカーボンナノチューブを6.3重量%とした以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0097】（実施例19）背面板の誘電体層および隔壁層にそれぞれカーボンナノチューブを0.05重量%添加した以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0098】（比較例1）いずれの層にもカーボンナノチューブを添加しなかった以外は、実施例1と同様にプラズマディスプレイを作製した。

【0099】表1に実施例1～18および比較例1のアドレス電圧および放電開始電圧の評価結果を示す。

【0100】

【表1】

表1

	CNTを入れた層およびその重量比率(%)					CNTの種類 M:MWCNT S:SWCNT	アドレス 電圧(V)	放電開始 電圧(V)	備考
	前面板		背面板						
	透明誘電体	MgO膜	誘電体	隔壁	蛍光体				
実施例 1	0.4	0.8	—	—	0.3	M	50	183	磁場印加
実施例 2	0.4	0.8	—	—	0.3	M	52	178	
実施例 3	0.4	0.8	—	—	—	M	66	185	
実施例 4	—	0.8	—	—	—	M	68	185	
実施例 5	0.4	—	—	—	—	M	70	220	
実施例 6	0.03	—	—	—	0.3	M	53	210	
実施例 7	1.0	—	—	—	0.3	M	54	190	
実施例 8	0.4	—	—	—	1.0	M	50	203	
実施例 9	0.4	—	—	—	0.02	M	61	201	
実施例10	—	0.8	—	—	0.3	M	55	186	
実施例11	—	—	—	0.05	0.3	M	55	225	
実施例12	—	—	0.05	0.05	0.3	M	61	226	
実施例13	—	—	0.05	—	—	M	65	227	
実施例14	—	—	—	0.05	—	M	66	224	
実施例15	0.4	0.8	—	—	0.3	S	53	180	
実施例16	2.0	0.8	—	—	0.3	M	50	183	
実施例17	3.0	0.8	—	—	0.3	M	50	181	
実施例18	6.3	0.8	—	—	0.3	M	50	178	部分的にちらつきあり
実施例19	0.4	0.8	0.05	0.05	0.3	M	50	182	
比較例 1	—	—	—	—	—	—	70	230	

【0101】実施例1～19は、比較例1に比べてアドレス電圧、放電開始電圧いずれも低く、低消費電力であることがわかる。特に、蛍光体層中にカーボンナノチューブを添加することで、アドレス電圧の低減効果が顕著に現れやすい。また、透明誘電体層やMgO保護膜にカーボンナノチューブを添加することで、放電開始電圧の低減効果が得やすい。実施例1～19において、カーボンナノチューブを添加したMgO膜および蛍光体層では、一部のカーボンナノチューブが放電空間に露出していた。実施例18では、アドレス電圧および放電開始電圧の低減効果はあるが、若干部分的にちらつきが生じた。これは、詳細は分からないが、カーボンナノチューブが部分的に多い領域が生じ、そのため部分的に導電性が過剰に付与されたためと考えている。

【0102】

【発明の効果】本発明によれば、前面板と背面板からなる放電空間内に放電ガスを含み、蛍光体層が形成されるプラズマディスプレイにおいて、前面板および/または背面板にカーボンナノチューブを含むことで、アドレス電圧や放電開始電圧を低減できるので低消費電力で

安価なプラズマディスプレイを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】プラズマディスプレイの分解斜視図。

【図2】プラズマディスプレイの基本駆動波形。

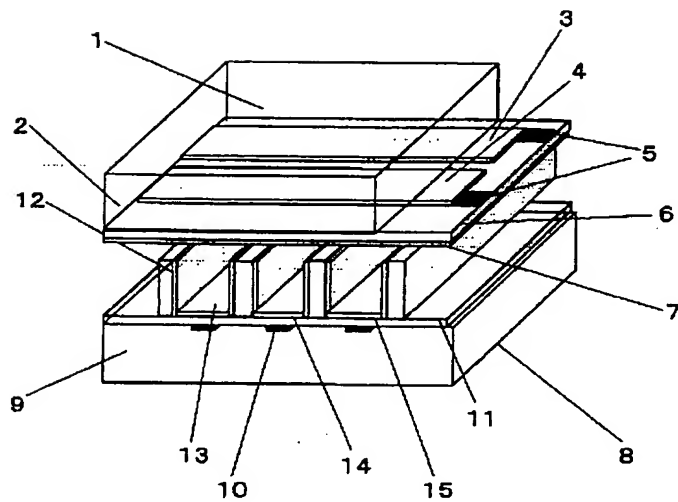
【符号の説明】

- 1：前面板
- 2：ガラス基板
- 3：スキャン電極
- 4：サスティン電極
- 5：バス電極
- 6：透明誘電体層
- 7：MgO保護膜
- 8：背面板
- 9：ガラス基板
- 10：アドレス電極
- 11：誘電体層
- 12：隔壁層
- 13：赤色蛍光体層
- 14：緑色蛍光体層
- 15：青色蛍光体層

30

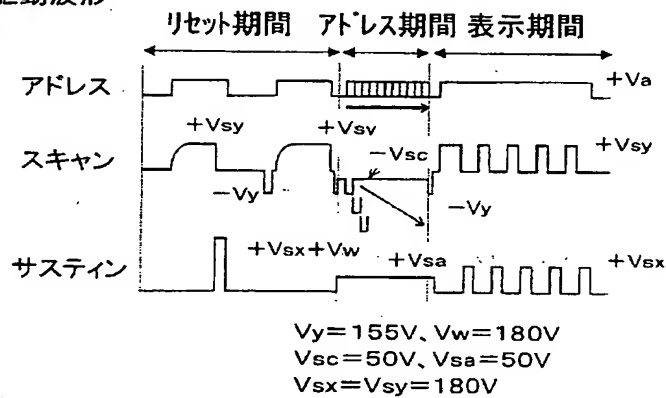
40

【図1】



【図2】

駆動波形



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C027 AA02 AA06 AA09  
5C040 FA01 FA04 GC18 GC19 GD07  
GD09 GE07 GE08 GE09 GF18  
GF19 GG07 GG09 KB03 KB08  
MA10 MA12